ثمرات من دوحة المعرفة

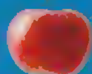
ما السرُّ في زرقة البحر؟

تيبي لاسلو



30.1.2013

ترجمة:
د. رشيد برهون


ثمرات

من دوحة المعرفة

بيير لاسلو

ما السرّ في زرقة البحر؟

ترجمة

د. رشيد برهون

مراجعة

د. فريد الزاهي



الطبعة الأولى 1433هـ 2012م

QC495 .L3712 2012
Laszlo, Pierre.
[Pourquoi la mer est-elle bleue?]
ما السرُّ في زرقة البحر؟ / تأليف بيير لاسلو؛ ترجمة رشيد برهون؛ مراجعة فريد الزاهي- أبوظبي: هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة، كلمة، 2012.
ص 76 : 10×16 سم.
(سلسلة ثمرات من دوحة المعرفة)
ترجمة كتاب: Pourquoi la mer est-elle bleue ?
تدمك: 978-9948-17-040-2
1 -الألوان. 2 -الضوء.
أ-برهون، رشيد. ب-زاهي، فريد.



www.kalima.ae

ص.ب: 2380 أبوظبي، الإمارات العربية المتحدة، هاتف: 451 6515 2 971+ فاكس: 127 6433 2 971+



هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة
ABU DHABI TOURISM & CULTURE AUTHORITY

ما السرُّ في زرقة البحر؟

إلى ألين...

تفاحةً صغيرة ما أنضجها!

المحتويات

مدخل

يقود الحديث إلى الحكمة وربما إلى المعرفة، لم لا؟ واللغة تنطوي على كنوز حقيقية متلفِّعة أحياناً بغير قليل من الغموض. هكذا ترانا نتكلم عن البحر ونسميه la Grande Bleue[1]، المدى الأزرق، وعن شاطئنا الفرنسي المتوسطي فننسبه إلى الزرقة ليصبح الكوت دازور Côte d'Azur، الشاطئ اللازوردي، وكأن لفظ البحر مرادف لهذا اللون. هل صحيح أن البحر أزرق؟ ألا يتعلق الأمر فقط بوهم بصري ناتج عن انعكاس السماء مثلاً؟ وإذا كان البحر

(1) بحثت في أسماء البحر في العربية فلم أجد من بينها ما يشير إلى الزرقة، والطريف أن من بين أسماء البحر «الأخضر». ونجد في لسان العرب المادة الآتية: خُضارَةُ، بالضم: البحر، سمي بذلك لخضرة مائه، وهو معرفة لا يُجْرَى، تقول: هذا خُضَارَةُ طامِياً. ابن السكيت: خُضارُ معرفة لا ينصرف، اسم البحر (المترجم).

أزرق حقاً فهل ذاك اللون جزء من تكوينه؟ أمرد ذلك إلى جزيْئات منتشرة في الماء تمنح البحر لونه الأزرق؟ وهل يفرز الماء لوناً أزرق؟ سنرى هنا كيف أن جزيئات الماء، وهي فتات دقيق مادي تتولد المحيطات عن اجتماعه بكميات كثيرة، تتفاعل مع ضوء الشمس لخلق هذا اللون الأزرق، ليغدو مرآةً يستكين إلى صفحتها المصطافون، ودعوةَ تحدٍّ مفتوحة تستهوي الفنانين.

كان لزاماً علينا اختيار اللون الأزرق الغامق لغلاف هذا الكتاب، كما أنني كنت أحلم بطباعة باللون الأزرق الفيروزي باسمه الذي يحيل إلى البحر، أعني أزرق بحار الجنوب، أزرق المحيط الهادي، لكن أما زال حبر الأقلام هذا والريشة، هاتان الأداتان اللتان لم يعد الناس يستعملونهما، موجودين؟ وأنا أكتب هذا النص، لم تغب عن ذهني ذكرى ماجدلين غوفار Magdeleine Goffard

التي كانت صديقتي. أرسل تحية إعجاب بخطها الجميل، وتحديداً ذلك اللون.

هل الزرقة انعكاسٌ للسماء؟

تؤدي صفحة الماء الدورَ نفسه الذي تقوم به المرآة، ففي سطحها تتراءى الضفاف معكوسة، والبحيرة الجبلية تعكس لنا القمم القريبة والسحب التي تلامسها مضاعفةً ومقلوبةً. أفلا يكون لون كتلة الماء، أتعلق الأمر بمستنقع أو بركة أو نهر أو بالبحر نفسه، ناتجاً ببساطة عن كونها تعكس السماء؟

لِنشرْ هنا عرَضاً إلى أن لون السماء الأزرق شكّل قضية أخرى من القضايا الشيّقة التي توقّف عندها العلم ولم يتمكن من حلها إلا في القرن التاسع عشر على يد عالمين فيزيائيين إنجليزيين وهما: جون تيندال John Tyndall سنة 1859، ثم اللورد رايليف Rayleigh جون وليام ستروت John William Strutt سنة 1871.

وتفسير ذلك أن كل زمْرة من زُمر الضوء المجهرية أو الفوتونات تتحرك فتغطي جزيئات

الغلاف الخارجي للجو، سواء تعلق الأمر بجزيئات الأزوت أو الأكسجين أو الماء أو غاز الكربون. وينصب الضوء المنتشر الناجم عن الجزيْئات بمعامل عشرة تقريباً أساساً على أكثر أجزاء اللون الأبيض امتلاءً بالطاقة. والحال أن الأزرق، هو على عكس ما يوحي به اللونان المرتسمان على صنابير الماء، أكثر «سخونة» أي أن نسبة طاقته أكبر من الأحمر. وهذا هو ما يجعل السماء الصافية من السحب تبدو لنا زرقاء. وسنعود لاحقاً إلى مسألة تكوين الضوء الأبيض حيث تتجاور كل ألوان قوس قزح بما فيها الأزرق والأحمر طبعاً.

لكن الماء يظل أزرق رغم عدم وجود سماء تعلوه، وهي التجربة التي يعيشها مستكشفو أعماق البحار وهم يسبرون أغواره. وعموماً فكل سبَّاح أو غوّاص يلفي نفسه في وسطٍ أزرق رغم أن وضعية الغطس لا تمكنه من رؤية السماء أو صورته.

جزئيات منتشرة في الماء؟

ماذا لو كان الماء يبدو لنا أزرق لأنه يحتوي على حُبيْبات لها هذا اللون؟ عندما تحركُ سطلاً مليئاً بالماء يرسب في قاعه رملٌ، فإن حبات الرمل تتحرك داخل الكتلة بكاملها. وخلال فترة قصيرة تضطرب كل المكونات، فتظهر لنا كتلة لها مظهر أبيض قبل أن يهوي الرمل من جديد إلى القاع مدفوعاً بثقله.

وفي المقابل، فإن الماء الصافي والماء الخالص لا يخلّفان راسباً من هذا النوع، أيّاً كان طول المدة التي أخضعناهما فيها للترشيح. والشيء نفْسه يصدق على عيِّنة ماء مأخوذة من البحر، ففي الوهلة الأولى يبدو أنها لا تحتوي على أي جزيء صلب، وبالتالي لا مجال للخلط بينها وبين مسحوق ما يشكل نقيضها التام، كالرمل المحتوي على الذهب الذي يحركه الباحثون عن هذا المعدن بعد خلطه

ببعض الماء، ويفحصونه وكلهم أمل في العثور على ضالَّتهم النفيسة.

ومع ذلك، فماء البحر ليس خالصاً، لاحتوائه على الملح. ولكن لاستخراج هذه المادة وعزلها، لا يكفي التسلح بالصبر وانتظار أن تتجسد حبات الملح وتهوي إلى القاع. يجب أولاً تبخير الماء بتسخير الطاقة الضرورية عن طريق تسخينه إلى درجة الغليان، و تعريضه للرياح أو لأشعة الشمس في بركة مالحة، للحصول على الملح وحده.

والحال أن الملح لا لون له، مما يعني أن البحر لا يستمد لونه من الملح الذي يوجد فيه. هل يأتيه لونه من حبيبات جسم صلب آخر؟ لكن لو كانت توجد في البحار حبات زرقاء صغيرة، لكنا أفلحنا في عزلها للحصول على مسحوق أزرق لازوردي أو فاتح، بفضل مناهج استخراج الملح التي أمدَّتنا بخبرة كبرى في هذا المجال.

ملوِّنات أم صابِغات؟

يبدو إذن أنْ لا وجود لراسب صلب أزرق ناتج عن تصفية ماء البحر. وسواء أقمنا بتجربة حقيقية أو خيالية فإن النتيجة واحدة، وهي أن ماء البئر أو النهر أو البحر لا يحتوي على صابغ أزرق. وعلى القارئ ألا يستغرب وأنا أحدثه عن تجربة خيالية، فاينشتاين نفسه كان كثيراً ما يستعمل هذه الطريقة في الاستدلال.

تُعرَف الصابغة بكونها جسماً صلباً ذا لون. وبهذا المعنى فإن أنابيب الرَّسّام تحتوي على صابغات من مختلف الألوان، سواء تعلق الأمر بأزرق بروسيا، أو أصفر كادْميوم، أو الأحمر القرمزي. وفي هذه الأنابيب، توجد الصابغات طافية في عجينة ما. وهنا يكمُن الفرق عموماً بين الصابغة والملوِّن، فالأول مسحوقُ جسمٍ صلبٍ، أما الثاني فإنه يلتحم

بالمادة التي يلونها. وبالتالي، فإن وسطاً يحتوي على صابغة يكون متنافراً، مما يمكِّن من تصفية جزيئات الصابغة، أما الوسط الذي يحتوي على ملون فهو متجانس.

قد يقال إن بعض البحار تحتوي على صابغات. ألم يُسمَّ البحر الأسود، والبحر الأحمر، وأيضاً النهر الأصفر بهذه الأسماء، لاحتوائها على مواد عضوية في مياهها وهي الطحالب، أو معدنية هي الطين، وهي التي تمنحها لونها؟ لا مجال لإنكار هذه الحقيقة، ولكن الأمر هنا يتعلق بمجرد استثناءات.

بما أن البحر ليس عموماً مصبوغاً، فهل يكون أزرق لأنه ملوَّن بالأزرق؟ لنتوقف إذن عند الملوِّنات.

يُعرَّف الملوِّن بكونه تركيبة كيميائية قادرة على منح اللون لسائل تتحلل فيه؛ فالشامبو أو سائل تنظيف الأواني يحتويان عادة على ملون في

تركيبتهما. وتتميز بعض الملونات بقوتها. ولنحصرْ حديثنا في اللون الأزرق تفاديا للاستطراد. إذا أضاف شخص ما قليلا من أزرق الميثيلين إلى كأس خمر أو قهوة، فإن من يتناوله لن يفوته وهو يتبوّل، الانتباه إلى المزحة التي كان ضحيتها. أكيد أن الخمر أو القهوة لا يسمحان لهذا اللون بالظهور بسبب ما يحتويانه من ملونات خاصة، ولكن الأزرق ينكشف حتما عند التبول. ولا بد أن بعض القراء قد لاحظوا أن البنْجر يحدث نفس الأثر.

ولنعدْ إلى الموضوع الذي يهمنا. لم يسبق أبداً أن كشفت أي تجربة عن وجود ملوّن ما في ماء البحر، مع أن طريقة الاستدلال على ذلك بسيطة. يكفي إدخال أنبوب من الورق الأبيض أو عود قطن في سائل ملون كي ينتقل اللون إلى الأنبوب. ويمكن أيضاً استعمال سائل لاستخراجه وتذويبه، ولنتذكر هنا سروال الجينز الذي يفقد لونه في ماء الغسيل.

بيْد أن هذا لا يصدق على حالتنا، فمن المستحيل غسل الماء من لونه الأزرق، مما يدل على أنه ليس ناتجاً عن وجود ملوّن. ولكن، ونحن نرى البحر أمامنا لا نملك سوى أن نلاحظ من جديد أنه مع ذلك أزرق!

ألأن البحر في عمْقه أزرق؟

ها نحن أمام فرضية أخرى يجب التوقف عندها. يبدو البحر أزرق لأن بإمكاننا رؤية قاعه الأزرق. أليس هذا ما يطالعنا في العديد من المسابح؟ فإذا كان ماؤها يبدو لنا في زرقته البهية، فلأن قاعها الذي ليس على أي حال عميقاً جداً وبالتالي يمكننا رؤيته، مطليّ بالأزرق أو مغطّى برخام من هذا اللون.

هكذا، عندما تحلق بنا الطائرة فوق إحدى ضواحي المدينة قبل نزولها في المطار، حيث تنتشر الفيلات الفردية بمسابحها، تبدو لنا كل واحدة من تلك الفيلات من الأعلى مثل كتلة زرقاء وسط الخضرة.

ونحن نعثر على هذا اللون في لوحات الفنان الإنجليزي دافيد هوكني David Hockney الذي

يجعل من مسابح جنوب كاليفورنيا أحد موضوعاته الأثيرة. يفلح هذا الفنان في رسم ارتماءة سباح من منظور واقعي، فنحس كأن أجسادنا تلامس الماء المضياف، وتلك الشمس الدافئة.

ومع ذلك، فهذه الفرضية لا تصمد أمام التحليل العلمي، فقاع المحيطات أعمق من أن نتمكن من رؤية لونه على بعد كيلومترات من الماء. دعْ أنه لا يكون أبداً أزرق! فهو في أغلب الأحيان مغطّى بطمْي رمادي، تعلوه أشياء داكنة غالباً ما تحتوي على كمية كبيرة من المنغنيز، وهو مادة ذات أكسيدات سمراء أو سوداء. وتبدو فيه أحياناً أوْحال حمراء، وقد تطالعنا في السلاسل البحرية، وهي تلك الجبال العالية الموجودة في قاع البحر التي تشكل محور المحيطات وتنبع منها عيون ماء معدني شديد الحرارة، رواسبُ من الكبريت الأصلي الأصفر، أو من الكبريت المعدني، بمختلف الألوان الداكنة.

نخلصُ إذن إلى القول مطمئنين بأن البحر ليس أزرق لأن قاعه له هذا اللون.

هل يُصدِر الماء بريقاً أزرق؟

يبدو الماء شفافاً إن كانت كثافته ضعيفة، ولكنه يكتسي لوناً أزرق بمجرد ما تتجاوز تلك الكثافة بعض الأمتار. وماذا لو كان البحر أزرق لأنه يستضيء بهذا اللون؟ لِنستحضرْ هنا المصابيح الصغيرة التي تصطفُّ على جانبَيْ أرصفة المطارات. وللإشارة، فنفسي كانت دائماً تهفو لرؤية هذه المصابيح الشاعرية المضيئة في قلب الليل. أفلا يمكن أن نتصور أن أجزاء من ماء البحر تُصدِر هي أيضاً وميضاً عذباً أزرق يشبه في عذوبته تلك المصابيح التي تضيء الطريق أمام ربابنة الطائرات والتي يستعملها الكتّاب أيضاً؟ لا أملك سوى أن أستحضر هنا الكاتبة الفرنسية كوليت Colette والأباجورة الزرقاء التي تؤنس وحدتها ليلاً، وهي مستغرقة في الكتابة بشقتها في حي البالي رويال

Palais–Royal بباريس.

بيْد أن إصدار الضوء يقتضي طبعاً وجود مصدر للطاقة، أليس كل مرسِل محتاجاً إلى أن يُزوَّد بالطاقة؟ المصباح مثلاً يجب أن يكون موصولاً بمقْبس كهربائي. من أين تتزوَّد مصادر الضوء الزرقاء المفترَض وجودها في البحر؟ أمن الأمواج؟ أمن الطاقة الحرارية الجيولوجية؟ أم من النشاط البركاني في قاع البحر؟ كل هذه الفرضيات لا تقوم في الحقيقة على أساس؛ فالعقل يميل أكثر إلى الاقتناع بعدم إصدار الماء للضوء، وباستثناء الإنارة المكمِّلة الاصطناعية الصادرة عن غواصة، فإن قاع البحر يظل غارقاً في الظلام الدامس. ولنكرِّرِ القول بأن الإنارة الوحيدة الموجودة هي ضوء النهار أي ضوء الشمس. والحال أن هذا الضوء يكف عن النفاذ ما إن يصل العمق إلى بضع عشرات الأمتار. وكما يحدث لمتسلقي الجبال الذين يرون السماء مظلمة

عند وصولهم إلى مسافات عالية، حيث يتمكنون من رؤية النجوم لامعة في كبد السماء، وذلك في واضحة النهار، فإن البحر يصبح أسود فاحماً عندما نغوص في أعماقه.

سأتحدث عن تجربة شخصية أتمنى أن يكون هناك أشخاص آخرون عاشوها مثلي وما زالوا يتذكرونها. أقصد هنا مقطعاً رائعاً من الفيلم الوثائقي «حفل جاز في نيوبورت» Jazz à Newport. ما زالت أنغام فنان الجاز عازف البيانو الأمريكي طيليونوس مونك Thelonious Monk تتردد أصداؤها في مسامعي إلى يومنا هذا. أتذكر ذلك الفنان وهو يعزف قطعة من تلحينه بعنوان «الراهب الأزرق»، بينما تتهادى على الشاشة السفنُ الشراعية الضخمة المتنافسة على «كأس أمريكا»، ماخرةً عباب نيوبورت، وأشعة الشمس تنعكس وضَّاءةً على صفحة الماء الزرقاء. إنها لوحة فنية بديعة تجسد الجمال في أبهى صوره،

حيث تتكامل عذوبةُ الموسيقى، وجوُّ السكينة المُطبِق، والانفتاحُ على البحر العريض، في تناغم بين رؤيتيْن، لا تملك النفس معه سوى أن تحسّ بالإشباع.

لون الإلكْترونات

قد يتساءل أحد العلماء إن كانت زرقة البحر مردُّها إلى لون الإلكترونات، وهي تلك الجزيئات الموجودة في الذرة، وأيضاً في الأجسام المعدنية الواصلة للكهرباء، حيث ترتبط حركتها بحركة التيار الكهربائي، لهذا أُطلق عليها هذا الاسم. عندما نقوم في المختبر بفحص الإلكترونات في الماء، تبدو لنا هذه المحاليل المائية زرقاء زرقةً ساحرةً، تقترب كثيراً من أزرق الكوبالت في لوحة ألوان فنان تشكيلي، بلون يزداد دكْنة وميلاً إلى الأسود كلما ازداد عدد الإلكترونات في العيِّنة. لكن، إضافة إلى صعوبة إنجاز هذه التجربة عملياً، خاصة وأن نجاح هذه العملية يتطلب خفض درجة الحرارة مما يؤدي إلى إبطاء التفاعلات الكيميائية، فإن هذه الإلكترونات تتميز بشراهة كبرى تجعلها

تنقضُّ بطريقة انتحارية على كل المواد المُدمجَة في المحلول، عضويةً كانت أم معدنيةً، مما يجعلها لا تصمد كثيراً في درجات حرارة عادية.

لا يتوقّعنَّ القارئ أن يجد الإلكترونات سارحةً في الهواء الطلق. نظراً لحساسيتها المفرطة وتأثرها الكبير بالعوامل الخارجية، فإن وجودها رهين بتوفر شروط خاصة جداً، مما يستحيل معه العثور على مثل هذه المحاليل خارج المختبر الذي يستوفي وحده شروط المراقبة الصارمة. العالَم إذن كما نعرفه يناصب الإلكترونات العداءَ. وقد رأينا كيف أن هذه الكائنات عليها أن تعيش وحيدةً، كي نتمكن من رؤية لونها الأزرق. والحال أنها توجد في شكل أزواج في المادة العادية، ففي الظروف الطبيعية غير الاستثنائية، يعمد كل إلكترون إلى الارتباط بقرينه، الأمر الذي يغذي قوته ويُفقِده في الوقت نفسه لونَه.

اللون الأبيض جِمَاعُ كل الألوان

لنفسِّر هذه الفكرة المستفزَّة التي قد تبدو غير معقولة. تتبين لنا تلك الحقيقة إن نحن نظرنا إلى قوس قزح، فهذه الظاهرة الطبيعية البديعة وهذا المنظر الخلاب ينتج عن توزع الضوء الأبيض الذي يأتينا من الشمس في مختلف مكونات قوس قزح، بعد أن يخترق قطيْرات الماء التي تحتوي عليها السحب. ونتمكن أيضاً من اكتشاف كل الألوان التي يتضمنها اللون الأبيض باستعمال وسائل المعاينة البصرية مثل المنشورة أو الشبكة المكوَّنة من مخطَّطات متوازية دقيقة جداً فوق صفيحة زجاجية أو شريط.

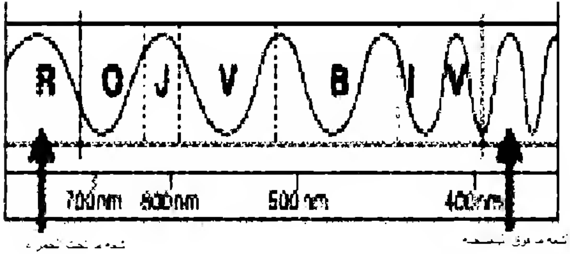
تتدرَّج الألوان بين حدّيْ قوس قزح من البنفسجي إلى الأحمر. ويُطلق على هذه التشكيلة اسم «أطياف ألوان المرئي». ويتكوَّن الضوء المرئي

من موجات، مثل أمواج البحر أو سطح بِرْكة مرتعش بفعل الريح، أو حجر أُلقِي على صفحته. وتتوالى المويجات تفصل بينها بضع أمتار، وتتشابه تموُّجات صفحة البركة فيما بينها، وتتتابع على مسافة تقاس بالديسمتر، بينما المسافة بين تجاعيد وجه ترتسم على قسماته المعاناة الداخلية تقاس بالمليمتر. ولْننتقل الآن من الفضاء إلى الزمن.

يُقال عن ظاهرة ما إنها دورية عندما تقع بالشكل نفسه عبر الزمن، ويعني **تردُّدُها** عددَ المرات التي تحدث فيها في الثانية الواحدة، أما **فترتها** فهي المدة التي تستغرقها دورة من دوراتها وتُقاس بالثواني.

ويُقاس وضع كل لون من ألوان طيف الضوء المرئي بمسطرة مدرَّجة بالمانومتر وليس بالسنتمتر. والمانومتر ورمزه nm يساوي جزءاً واحداً من مليار جزء المتر، وإذا كان المتر هو وحدة القياس الخاصة بالأفراد، فإن النانومتر هو وحدة القياس الخاصة

بالذرات. وهو ما نطلق عليه اسم **طول الموْجة** الذي يساوي المسافة التي تقطعها موجة في فترة معينة.



طيف الضوء المرئي

ألوان قوس قزح مصحوبة بالأطوال الموجية للضوء المرئي

ويبلغ طول موجة البنفسجي 400 نانومتر وهي أصغر بمعامل 2 تقريباً من موجة الأحمر التي يبلغ طولها 800 مانومتر.

إضافة إلى ذلك، فهذا الطيف متصل، بمعنى أن كل الأطوال الموجية بين الحدَّين، أي البنفسجي والأحمر موجودة فيه. وحتى أكبر المعاجم وأوفاها

مادة معجمية ليست كافية لتسمية مختلف ألوان الأطوال الموجية هذه التي لا عدَّ لها ولا حصر، إذ إنها لانهائية. لهذا تكتفي اللغات الطبيعية بمنح بعض الألوان أسماءً، كما يمثل ذلك الرسم السابق، من أحمر R، وبرتقالي O، وأصفر J، وأخضرV، وأزرق B، ونيلي I، وبنفسجي V.

احمرَّ وجهه غضباً[2]

أغتنم فرصة الحديث عن قضية اللون لأدعوكم إلى أن تفكروا معي انطلاقاً من مثال قريب المتناولِ يخص عملية تبسيط العلوم، بما في ذلك كتابنا هذا، وقدرتها على الإحاطة بالمعرفة العلمية، إذ علينا ألا نخادع أنفسنا، ولْنعترف أن اللغة عاجزةٌ عن معالجة القضايا العلمية.

في قوس قزح تتميز الرقعة التي ننسُبها إلى ألوان «الأحمر» بكونها متصلة، مما يتطلب عدداً لانهائياً من الكلمات لنعت كل درجة من درجات اللون التي يُحدَّد وضعها بأحد الأطوال الموجية في ذلك الجزء من الطيف.

(2) فضلت أن أسوق عبارة عربية تستحضر الغضب في علاقته باللون الأحمر، وهي الدلالة التي نجدها في العبارة الفرنسية: Voir rouge. ولا يخفى أن دلالة الألوان لها بُعد ثقافي أساس (المترجم).

والحال أن اللغة العادية لا تتوفر سوى على عشرات الكلمات في أقصى تقدير، بينما لا تكفي ملايين بل مليارات الألفاظ لتسمية مختلف درجات اللون الأحمر. علاوةً على ذلك، فإن هذه المصطلحات تعتمد منطق التماثل، أي المقارنة بأشياء تنتمي إلى الطبيعة، من مواد كيميائية بسيطة كالحديد المائل بلونه إلى الأحمر أو النحاس أو الروبيديوم، الخ...؛ أو مركّبة مثل الزنجفر والرصاص الأحمر ورهج الغار، الخ.؛ ومعادن كالياقوت أو الآجر؛ وقد تأخذ من عالم النباتات مثل جارانسي، أو الزهور مثل الخشخاش وعود الصليب، الخ.، أو الفواكه مثل الطماطم والكرز والمشمش، الخ. وهناك أسماء استُعيرَت من عالم الحيوان وأُطلقت على درجات الأحمر مثل دموي ودم البقر وقرمزي وأُكريات ولحمي وجراد البحر وأرجواني، الخ. وأخرى يبدو فيها أثر الإنسان على

اعتبار أن الثقافة بمعناها الواسع شكّلت الطبيعة، مثل حثالة النبيذ وبوردو والجمر والماجنطا في إحالة إلى المدينة الإيطالية، الخ. وقد ظهرت منذ النصف الثاني من القرن العشرين أنواع جديدة من الأحمر لم تكن معروفةً من قبل بفضل الصناعة الكيميائية للملونات الاصطناعية، مثل أحمر الكونغو أو أحمر البنغال.

وهذه المصطلحات الدالة كلها على الأحمر التي تُستعمَل في الحياة اليومية لا يمكن استعمالها استعمالاً علمياً، ليس فقط لأنها فقيرة قاصرة، بل لتنافر مكوناتها وتهافتها.

أختصر بالقول إن نتيجة ذلك في الاتجاه المقابل، أي عند محاولة نشر المعرفة العلمية، شيوع تصور ساذج عن التبسيط العلمي يختزله في الترجمة، أي ترجمة اللغات التقنية الخاصة بالعلم إلى اللغة اليومية، وهو أمر غير ممكن على الإطلاق. فمثال

اللون الأحمر، أو بالأحرى ألوان الأحمر، يبيِّن استحالة الانتقال من الوقائع العلمية، حتى ولو كانت في غاية البساطة، إلى لغة يفهمها عامة الناس.

ونحن نعرف منذ أن عبَّر عن ذلك الفيلسوف الفرنسي كونديياك Condillac بنفاذ بصيرة وعمقٍ كبيرين أن العلم لا يمكن أن يتأسس على مصطلحية ما، ولكن فقط على مدوّنة منطقية ومنسجمة. ماذا يعني ذلك؟ لنستحضرْ من جديد مثال درجات اللون الأحمر. نحن نستعين في الحياة اليومية بلوحة ألوان حيث كل الألوان لها رمز يشير إليها، دون أن يكون لها بالضرورة اسم خاص بها. يتبين لنا هذا الأمر عندما نشتري أحمرَ شفاه، أو أصباغ الأظفار أو قلم تخطيط ماركر بانتون Pantone ™. وتتأرجح تسميات لوحة الألوان هاته بين لغة الاستعمال العادية التي يمكن البحث عن معاني كلماتها في المعجم، ولغة العلماء التي تتطلب تكويناً معمَّقاً

لاستيعاب دلالة مفرداتها، كما أن هناك منظمات للمعَايَرَة تتكفل بحصر مدوَّنتها التي لا يعود إليها عموماً سوى أهل الاختصاص.

لنعدْ من جديد إلى قضية نقل المعرفة من المجال العلمي إلى الجمهور العريض. فبما أن هذه العملية تمر حتماً بقناة اللغة الطبيعية، وبما أن التطابق بين المصطلحات والمدوَّنة أمر مستحيل، كما رأينا ذلك سابقاً، فكيف يتأتّى الحديث عن قضايا العلم من دون توظيف لغة مُبهمَة، هي لغة المختصين في مبحث معين؟

قد يدفع التشاؤم بالبعض إلى التسليم «بعدم جدوى المحاولة التي ستبوء حتماً بالفشل». وقد يلوِّحون لتدعيم رأيهم بقولة الفيلسوف النمساوي لودفيغ فتغنشتاين Ludwig Wittgenstein: «يحسن السكوت على الأشياء التي لا يمكن الحديث عنها». سينبْري حينها أحدُ المتفائلين، وكاتب هذه السطور

أحدهم، للقول: «لنحاولْ مع ذلك».

سينطلق هذا الشخصُ من نموذج اللغة التي تعتمد آلية المماثلة، كما بيَّنا فيما سلف، وسيبحث عن نماذج تمثيلية تمكن الإنسان العادي من الاقتراب من هذا المفهوم العلمي أو ذاك. يتعلق الأمر إذن بالتلميح لا الشرح، إذ إن كل محاولة للشرح المستفيض التعليمي محكومٌ عليها مُسبَقاً بالفشل. هكذا سينخرط الباحث الساعي إلى تبسيط العلم في عملية بناء تتطلب الصبرَ والأناةَ، للانتقال من علم العلماء كما تعبر عنها لغة أقرب ما تكون إلى اللغة القانونية، إلى العلم المبسَّط في شكل حكاية توظف كل تقنيات السرد لاجتذاب القارئ.

تعمدت أن أبسِّط إلى أقصى الحدود، متعمداً تجاهل صعوبات أخرى، سأذكر منها ما يأتي:

- لا يجيب العلم عن بعض الأسئلة من قبيل «ما هو اللون؟»، أو «ما هو أصل الزمن؟»، وهي

أسئلة غير علمية، لأن المناهج العلمية لا يمكن أن تصل إلى أجوبة شافية عن هذه القضايا المشوِّقة دون شك ولكنها غير معقولةٍ؛

– نستعمل مصطلح أحمر الكرز ولا نتساءل أهو الجريوتي griotte أم موريللي bigarreau؟ وفي أي فصل؟ وفي أي ساعة ويوم؟ ومع ذلك، فمصطلح «أحمر الكرز» وظيفي عملي، إذ يثير في ذهننا صورة عن درجة الأحمر هاته؛

– لفظة «أرجواني» التي تدل لفظتها الفرنسية pourpre على الأحمر، تنطبق في الإنجليزية على البنفسجي؛

– لا ينفصل اللون عن محيطه، والدماغ لا يدركه دائماً بالشكل نفسِه، هكذا يختلف إدراكنا له إن كان منفرداً فوق خلفية بيضاء أو سوداءَ أو كان مجاوراً لألوان أخرى. ويعود الفضل في اكتشاف هذا القانون إلى الكاتب الألماني

جوته وبعده إلى العالم الكيميائي الفرنسي شفرول Chevreul. ويعد المبدأَ المؤسِّسَ لفن الانطباعية، وأيضاً المدرسة التنقيطية مع سورات Seurat وسينياك Signac، قبل أن يستثمره كل من روبير Robert وسونيا ديلانوي Sonia Delaunay؛

– عندما نقول «احمرَّ وجهه خجلاً» و«احمرَّ وجهه فرحاً»، فهل نقصد الحمرة نفسها؟ وهل يمكن أن ندقِّق الإحالة إلى اللون بإضافة بوردو أو آجري أو عود الصليب؟

لا شك أن ثمة جوانب أخرى يمكن التطرق إليها هنا، من قبيل الإيحاءات السياسية للون الأحمر، ولكن نكتفي بالقول إن ما قلناه عن الأحمر يصدق على الألوان الأخرى كالأصفر بنوعيه الكناري والتِّبْني وغيرهما، أو الأزرق من لازورديٍّ ونيليٍّ وبروسيٍّ وسماويٍّ، الخ.

ليتذكرِ القارئ فقط وهو يتابع رحلته مع هذا الكتاب أن لا وجود لأحمر واحدٍ، بل لأنواع عديدة من الأحمر، وتبعاً لذلك فتصورنا عن وجود لون أحمر واحد هو من قبيل الأوهام النفسية المنتشرة لدى الجمهور العريض وإن كانت لا تنهض على أساس علمي. أيها الحس السليم، لكمْ أنت مخادِعٌ، ولكمْ أنت منخدعٌ...

أليس الماء شفافاً؟

أتكون زرقة الماء وهماً بصرياً؟ عندما أنظر إلى الماء من بعيد، يبدو لي أزرقَ. ولكن عندما آخذ كمية صغيرة منه، يبدو لي شفافاً. وإذا وضعنا قليلاً من ماء البحر في كأس ما، يبدو دون لون، وإذا أخضعناه عند الضرورة للترشيح، يصبح صافياً كل الصفاء.

يسمح زجاج مُظلَّلٌ بمرور جزء من الضوء فقط ويمتص الباقي. وعموماً، فإن كل وسطٍ يمتص جزءاً من الضوء الذي يتلقاه.

صحيح أن الماء إذا كانت كثافته ضعيفةً يبدو شفافاً، ولكنه يكون ذا لون أزرق إذا كانت كثافته كبيرةً. وإذا أخذتَ أنبوباً من قنوات التزويد بالماء طوله ما بين متر إلى مترين، وأغلقتَ فتحتيه بأسطوانتين زجاجيتين، وسلَّطت حسب المحور ضوءاً أبيضَ، ستلاحظ أن هذا الضوء يصبح أزرق

عند المخرج. هكذا فإن الماء الموجود في الأنبوب امتص جزءاً من الضوء الداخل، وهو الجزء الذي يصدر عنه اللون الأحمر في قوس قزح، أي أن ماء الأنبوب أزال المكون الأحمر من الضوء الأبيض الذي يتوجَّب عليه أن يعْبر كتلة الماء في الأنبوب، فلم يبق سوى الأزرق.

وكما سبق أن قلنا، فقوس قزح مكوَّن من ألوان، أي من أطوال موجية، تمتد على مسافة متراوحة بين 400 و800 نانومترٍ. وتحرياً للدقة نقول إن الجزء الذي امتصَّه ماء الأنبوب يوجد على بُعد 760 نانومتر تقريباً. ليس الماء إذن في الحقيقة شفافاً، وهذا التقليص في قوة جزء من الضوء يصبح ظاهراً وقابلاً للإدراك عندما تزداد كثافة الماء لتبلغ حجماً معيناً.

وليقتنعَ القارئ أكثرَ بما قلناه، سنورد مثالين دالَيْن. لديّ فوق طاولتي ثلاث مساطر من البلاستيك، من ذلك النوع الذي منحه التلاميذ

في بلجيكا الفرانكفونية اسماً خاصاً وهو Latte. وهذه المساطرُ الثلاثُ شفافة كلها. ومع ذلك إن فحصناها من جانبها لا عن طريق النظر عبرها، بدت لنا اثنتان منهما رماديتين والثالثة زرقاءَ تماماً. وحزمة الأوراق أو أكياس البلاستيك تبدو هي أيضاً ذات لون مظلل، بينما إذا نظرنا إلى كل واحدة منها على حدة بدت لنا شفافةً. والشيء نفسه يصدق على الماء، فلونه الأزرق ناتج عن كون جزيْئات الماء تمتص المكون الأحمر من الضوء الأبيض كما يصدر عن الشمس.

هناك طريقة أخرى تجعلنا ندرك أن الماء حقاً أزرق، وتتمثل كما قلنا ذلك سابقاً في ممارسة الغوص. وسواء ارتديتَ قناع التنفس أم لا، فإن عموداً شاقولياً أو كتلة مائية كثيفة أفقيةً ستبدو لك زرقاء على عمق بضعة أمتارٍ فقط. وما زالت عالقة في ذهني ذكريات ساعات طويلة رائعة قضيتها

سابحاً تحت الماء، بزعانف وقناع وخرطوم الغوص، مجيلاً نظري في مشهد الكائنات البحرية المتنوعة التي تعيش في المياه الاستوائية. لقد أصبحت هذه المناظر مبتذلة في نظرنا نحن الأوروبيين، ولكنها ما زالت تثير فضول أناس آخرين في بعض المناطق من العالم. وليسمح لي القارئ أن أسرد عليه ذكرى لن أنساها أبداً تبين ذلك.

خلال رحلة في جبل الهكَار بجنوب الجزائر، كنت راكباً جملي أتبادل الحديث مع أحد مرشدينا من الطوارق حول مواضيع شتى. وأغلب الظن أنه اطمأن لي، لهذا تجرأ على طرح سؤال يؤرِّقه. قال إنه كان يتابع مسابقة سباحة في إحدى القنوات التلفزيونية، واستغرب وهو يرى السباحين يغطسون تحت الماء كيف أنه لا ينفذ إلى رأسهم عبر العينين. تأثرت كثيراً وأنا أسمع هذا الشخص الراشد يثير مسألة طالما أقضّت مضجعي وأنا طفل صغير قبل

أن أتعلم السباحة. شرحت له السببَ. والحالُ أن الطوارق يخافون الماء خوفاً شديداً. فعندما يسقط طفل في ترعة ماء، سرعان ما يسلِّمون بهلاكه، ولا أحد يحاول إنقاذه، أو تقديم الإسعافات الأولية له، بالضغط على قفصه الصدري أو إجراء تنفس اصطناعي له. إنهم يمنحون الماء قيمة كبرى ويرون فيه مادة حيويةً لا غنى عنها، خاصة وأنه مادة نادرة في منطقتهم؛ ولكنهم في الوقت نفسه يعتبرونه مصدر تهديد لحياتهم، لأنهم غير معتادين عليه.

قد تبدو هذه الحادثة الطريفة بعيدة عن موضوعنا، ولكنني أرى أنها غنية بالعبَر والدروس. بإمكاننا أولاً أن نتعلم الكثير من الطوارق الذين تمرَّسوا بالحياة في وسط قاسٍ بفضل التجربة التي راكموا على مر العصور، الشيء الذي انعكس إيجاباً على قدراتهم العقلية.

يدل على ذلك حديثنا القصير عن السبَّاحين، مما

يدل على أنهم اعتادوا الخوض في تجارب الفكر. فهذا المرشد كان يستحضر في ذهنه صورة رأسٍ غاطسةٍ في الماء، وكان بذلك يصوغ فرضية علمية محضةً، يلخصها السؤال الآتي: «بما أن العينين هما الفتحتان اللتان يتسرب منهما الضوء أو الغبار إلى الجسم، أفلا يمكن أن يتسلل منهما الماء أيضاً؟» وقد سألني أنا بوصفي شاهداً موثوقاً ليحصل على إجابة تجريبية على فرضيته.

ويكمن الدرس الثاني الذي يمكن استخلاصه من تلك الحادثة في الغشاوة التي تنجم عن الألفة والعادة التي تمنعنا من التساؤل حول الأشياء القريبة منا، ولفظة الغشاوة هنا ليست من قبيل المبالغة في شيء.

نحن لا نطرح السؤال الذي طرحه المرشد الصحراوي، ظناً منا أننا نعرف الإجابة، بينما نحن في الحقيقة نجهلها. ودور العلم عموماً أن يدفعنا

إلى طرح الأسئلة حول كل قضايا العالم المحيط بنا، وخاصة حول الأشياء التي جعلتنا العادة نظن أنها بدَهيةً واضحةً كل الوضوح.

العلم عموماً عدو الحس السليم. وهو لا ينفك يذكرنا أن ما نسميه حقائقَ حسية غالباً ما تكون خاطئةً، وأن واقع الأشياء يختلف في غالب الأحيان عن إدراكنا الحسي المباشرِ لها. فلون البحر الأزرق كما رأينا ذلك ليس مصدره ملوّن استُخلص وذُوِّب مثلاً من صخور غسلها ماء الأمطار في جريانه، قبل أن تنقله التياراتُ القوية والأنهار، ليستقر في البحار.

وسأكتفي بالتوقف عند الدرس الثالث الذي يُستخلَص من تلك الحادثة، فالعين عضو الإبصار هي أهم وسيلة تجعلنا ننفتح على العالم. وهي بذلك أهم الحواس البشرية. وذلك المرشد وهو يطرح سؤاله حول نفاذ الماء إلى الرأس عبر العينين، كان

يعبر عن فكرة توصل إليها عن طريق الحدس، ومفادها أن العينين هما غرفة الانتظار التي تمر منها المعلومات حتماً قبل أن تصل إلى الدماغ.

وقد بينت آخر النتائج العلمية حول فعل الإبصار أن العينين ليستا مجرد وسيلتي استقبالٍ سلبيتين، مثل شريط فوتوغرافي أو حامل مغناطيسي في الأجهزة الرقمية، بل إنهما تتكفلان بجزء كبير من عملية معالجة المعلوماتِ البصرية التي تمر عبرهما.

أصل الألوان

يرى الإنسان هذا اللون أو ذاك عندما يتلقى الضوءَ. وقد يصدر هذا الضوءُ عن طول موْجي معين، كما هو الحال مع الليزر، أو عن سطح مشعّ من أطوال موجيةٍ متفاوتةِ الضيق كما نرى ذلك مع الأنابيب المشعة، وبهذه الطريقة ندرك اللون أو الألوان المقابلة.

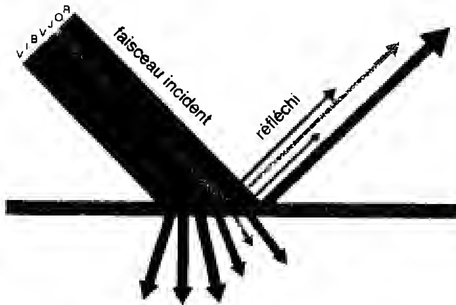
وقد يُدرَك اللونُ أيضاً بطريقة غير مباشرة، هكذا عندما نرى ورقة شجرة في ضوء النهار، فلأن تلك الورقة تمتص بعض الأطوال الموجية من الضوء الواقع عليها. وفي هذه الحالة تحديداً، فبسبب وجود جزيئات عضوية مثل الكلوروفيل التي لها خاصية امتصاص جزء من الضوء المرئي، فإنها تمتص الأحمر، وتنبذ الألوان الأخرى، وهذا ما يجعلنا نراها خضراءَ، لأنها أزالت الأحمر الذي يشكل

جزءاً من الضوء الأبيض الواقع عليها.

لنأخذ مثالاً آخر. تبدو لي الورقة التي أكتب عليها بيضاء، لأنها عكس ورقة الشجر في المثال السابق تعكس أكبر جزء من الإضاءة المحيطة بها التي هي أيضاً بيضاء، مما يعني أنها لا تمتص في جزئها المرئي أياً من الأطوال الموجية من الضوء الأبيض. ولكن إذا وضعت تلك الورقة في مختبر فوتوغرافي مضاءٍ فقط بمصباح أحمر، ستبدو لي حمراء، لأنها تعكس أطوالاً موجيةً صادرةً عن تلك الإضاءة وبالتالي فهي تقع فقط في دائرة الأحمر. وعلى العكس من ذلك، فالشيء الذي يمتص الضوء، بما في ذلك الضوء الأبيض، في كل الأطوال الموجية يكون لونه أسود.

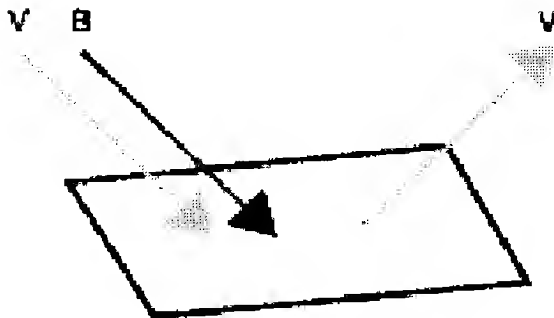
نخلص إلى الملاحظة نفسها عندما يعبر الضوء شيئاً شفافاً بهذا القدر أو ذاك، فالضوء المُرسَل يتخذ لوناً معيناً حسب الأطوال الموجية الممتصَّة. وهذا ما

يقع عندما ننظر إلى منظر طبيعي عبر زجاج مظللٍ كنظارات الشمس مثلاً، باستثناء زجاج البولروايد Polaroïd™ الذي «يطفئ» الضوء دون أن يغير تركيبته، فبعض الألوان المرئية بالعين المجردة تنطفئ، ولا نرى سوى ألوان الضوء المرسَل.

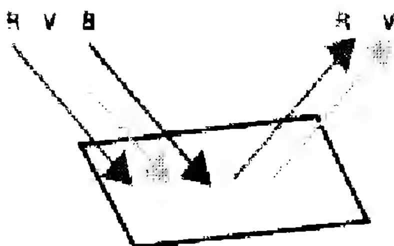


خطاطة اللون عن طريق الحذف

يمتص الشيء المضاء بالضوء الأبيض جزءاً من هذا الضوء. لهذا يبدو لونه مرتبطاً فقط بالمكونات أو الأطوال الموجية المعكوسة.



إمتصاص الأزرق وعكس الأخضر



امتصاص الأزرق وعكس الأحمر والأخضر

خاصية من خاصيات جزيئات الماء

لنتوقف الآن عند إحدى جزئيات الماء. إن رمزها العلمي هو H2O وأيضاً HOH. ولها شكلُ مثلَّثٍ متساوي الساقين قد يتغير في أي لحظة، لأن الذرات الثلاث من أكسجينٍ وهيدروجينٍ التي تشكل الجزيئة لا تكف عن الحركة في شكل تنقلاتٍ صغيرة بين هذا الجانب وذاك من متوسط موضعها. ويُطلَق على هذه التنقلات اسم الذبْذبات. وكل مادة تخضع لهذه الذبذبات، لا الماء فقط.

كل جزئية من هذه الجزيئات تشبه جرَس آلة موسيقية جرَسية، من قبيل القيثارة الجرسية جلوكنسبيل Glockenspiel التي تصاحب صائد الطيور باباجينو Papageno في مقطوعة الموسيقار موزارت Mozart «الناي المسحور». وبما أن قطرة ماء واحدة تحتوي على عدد كبير من جزيئات الماء،

فمن السهل أن نتصور أن هذه الأجراس توجد بأعداد غفيرة جداً.

لكن من يقرع هذه الأجراس؟ سنرى أن هناك عامليْ إثارة وراء حركتها وذبذباتها.

هناك أولاً حرارة الوسط المحيط بالقطرة. فكل كميةِ حرارةٍ تتلقاها القطرة تتوزع بدرجة متساوية في العيِّنة كلها، وانتشار الطاقة الحرارية هذا هو الذي يحرك الأجراسَ.

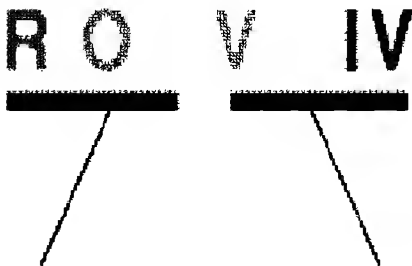
وتتذبذب جزيئة الماء بطريقتين مختلفتين، حسب ابتعاد ذرتي الأكسجين والهيدروجين واقترابهما من بعضهما البعض بوتيرة معينة، إما معاً، أي في تناغم وتزامن، أو بالتناوب، أي في تنافر وتقابل. وتنعت الذبذبة الأولى بكونها تناظرية (s) والثانية باللاتناظرية (a).

ويأتي دور عامل الإثارة الثاني، ويتلخص فيما يلي: عندما يكون للضوء الذي يقع على الماء تردُّد

مساوٍ للتردد الذي تُصدِره الأجراس، فهذا يولِّد لديه في الوقت الذي تنشط فيه الأجراس أي طوال الوقت، نوعاً من التجاوب الخاص يُطلق عليه اسم **الرَّنين**. ويعني هذا المصطلح أن مولِّدَيْ ذبذبات عندما يكون لهما نفس التردد، فقد يتبادلان الطاقة فيما بينهما وينجذب أحدهما نحو الآخرِ. ويصبح الضوء، بفعل تحوله مع جزيئات الماء إلى مُصدِر رنين، قارعَ أجراس. ونتيجة هذا الرنين، يُمتَص الضوءُ– باباجينو قارعُ الأجراس مع تردد ذلك الرنين.

وجدير بالذكر أن الضوء هو شكل من أشكال نقل الطاقة عبر الفضاء، وهو يتحرك بسرعة ثابتة تبلغ 300 ألف كيلومتر في الثانية، كما أنه مشكَّل من حقول كهربائية ومغناطيسية مرتجَّة. وتتحول الطاقة التي يوفرها الضوء بهذه الوتيرة من تردد الرنين إلى ذبذبات متزايدة لجزيئات الماء. هل هي ذبذبات تناظرية أم لاتناظريةٌ؟ إنها تناظرية ولاتناظرية،

فالذبذبة التي تنشأ عندما تصطدم أربعُ حزم دقيقة من الضوء أو الكمّات Came بجزيئة ماء، تكون مختلطةً، أي مزيجاً من 1 a (تناظرية واحدة) و3 s (ثلاث لاتناظريات).



العلاقة بين الأطوال المؤجية والترددات

وإذا امتصت جزيئة ماء منفردة أربعَ كمَّات أي أربع حبات من الضوء تُصدِر الذبذبةَ المختلطة

(3a+s)، ليصبح للامتصاص طولٌ موجي يناهز 700 نانومتر. ولكن هذا لا يعدو كونه خيالاً في خيال، فلا وجود في الماء السائل أو الصلب لجزيئة منفردة. فكلها تجتمع متزاحمة كالقطيع، لأنها تتجاذب فيما بينها، ويطلق على هذه الظاهرة اسم «الروابط الهيدروجينية».

وتبعاً لذلك، تنقص طاقة كل جزيئة ماء، مما يؤدي إلى انتقال امتصاص الطاقة المأخوذة من الضوء من 700 إلى 760 نانومتر، ذلك أن نقص الطاقة معناه انخفاض التردد، وبالتالي ارتفاعُ الطول الموجي، على أساس أن هناك علاقة رياضية عكسية بين التردد والطول الموجي.

لنفسر ما سبق في علاقة بموضوعنا. يمتص الماء الجزء الأحمرَ الذي ينزعه من الضوء الأبيض، هذه الهبةُ التي تصلنا عن الشمس المعطاءِ. وما يبقى يبدو لنا إذن أزرق، وفق معادلة انزعِ الأحمر يبقى

الأزرق، وانزع الأزرق يبقى الأحمر. وهذا ما يمنح الماء لونَه الأزرقَ. وليسمحْ لي القارئ بأن أعود من جديد إلى مقطوعة موزارت «الناي المسحور»، فآلة باباجينو القيثارة الجرسية لا تُصدر سوى أصوات حادةٍ، ولا ترسل أجراسُها الأصوات المنخفضة.

لكن لماذا لا يكتسي الماءُ لونَ أوراق الأشجار، أي ذلك اللون الأخضر الجميل؟ جوابُ ذلك عدم وجود سبب يجعل الأطوال الموجية في الجزء الأحمر التي نزعها الكلوروفيل من الطيف متساوية، بل إنها في الواقع مختلفة اختلافاً كبيراً.

أسهبت في المقارنة بين جزيئات الماء والأجراس. وسأنتقل الآن إلى مقارنة شبيهة بها، من عالم الموسيقى أيضاً، ولها علاقة بزرقة الماء.

من المعلوم أن «البلوز» blues جزء من فن الجاز. وفي لغة الأمريكيين السود تعني عبارة To Have blues الإحساس بالكآبة. وعلى غرار مغني الفادو

البرتغالي، فإن مغني البلوز يعبر عن شعور الحزن وحرقة الفراق أو عن قساوة العيش في عالمنا المنذور للأحزان والآلام.

أصبح البلوز جزءاً لا يتجزأ من الجاز، هذا الفن العظيم الذي سيظل أحد أهم الإبداعات التي خلفها القرن العشرون للثقافة الإنسانية. لا غرو إذن أن تحمل إحدى أغاني دوك إيلنغتون Duke Ellington، تلك التي كان كاتبنا وموسيقارنا الكبير في فن الجاز بوريس فيان Boris Vian معجباً بها أيَّما إعجابٍ، عنوان «المزاج الأزرق النيلي» Mood Indigo.

ولن تفوتني الإشارةُ هنا إلى أن التفسير الذي قدمتُه للماء حديث وقديمٌ في الآن نفسه. فقد كان لزاماً انتظار سنوات العشرينيات من القرن الماضي لاكتشاف الظاهرة التي فصَّلتُ الحديث عنها وهي ظاهرة امتصاص الجزء الأحمر من الضوء الأبيض. وعلى العكس من ذلك فكرةُ وجودِ تناغم بين

ذبذبات عدد معين من مُولِّدي الذبذبات، فهي أقدم من ذلك بكثير. وصاحب هذا الاكتشافِ الرائع، الذي يعود إلى القرن الثامن عشرَ، ليس كيميائياً ولا فيزيائياً، ولكنه عالم رياضي، وهو العبقري الفذ السويسري ليونهارد أولير **Leonhard Euler**.

لنستمعْ إليه يقول: «ليس مصدرُ الضوء هو الذي يحدد طبيعة الإشعاع الذي يمكّننا من رؤية الشيء المعتم، بل الحركات الذبذبية الصادرة عن مجموع الأجزاء الصغيرة في سطح هذا الشيء. إنها تتحرك مثل حبال صغيرة مشدودة، مضبوطة على تردد معينٍ، وترتج استجابةً لذبذبة مماثلة في الهواء، رغم عدم وجود من يحركها. وعلى غرار الحبل المشدود الذي يتأثر بالصوت نفسه الذي يصدره، فإن جزيئات السطح تشرع في الارتجاج مثل الإشعاع الواقع عليها، عاملةً على إصدار موجاتها الخاصة في كل الاتجاهات».

ميزة خاصة جداً

تَنتج زرقة الماء إذن عن الذبذبات الداخلية في جزيئاته. وهذا التفسيرُ يجب ألا يثير لدينا أي شعور بالاستغراب، اعتباراً لأمرين اثنين: أولهما أن أغلب التفسيرات التي تُقدَّم للأشياء في المستوى الظاهر، كصلابة الماس، وعبور الكهرباء سلكاً معدنياً وتَمثُّلِ الكلوروفيل غازَ الكربون ونفْثِه الأكسجين، وثقبِ الأوزون في طبقات الجو العليا، تستحضر أشياءَ من العالم المجهري من ذرات وجزيئات، في مستوى غامضٍ بالضرورة، لأننا لم نألفه بعد. وثانيهما يتضح عن طريق التنبه للعلاقة بين امتصاص الضوء امتصاصاً يتجلى في شكل ذبذباتِ جزيئاتِ الماء، وظاهرة مماثلة. أقصد بذلك ما يقع في فرن مايكروويف Four microondes، مع ظاهرة اهتزاز جزيئات الماء بفعل الإشعاع. إن المواد الغذائية التي تُطْهى

في هذا الفرن تخضع لإشعاع مماثل لذاك المستخدَم في الرادار، أو في راديو معدَّلٍ التردد المعروف برمز FM. وتوصَف إشعاعاته بكونِها مجهريةَ الموجاتِ، لأن طولها المَوْجي يقاس بالمكرومتر، أي بجزء من مليون جزء من المتر. ويؤدي امتصاص جزيئات الماء للمويجات المجهرية إلى اضطرابها بقوة تماماً كما يقع بعد رفع درجات الحرارة، فلهذه العملية إذن نتيجة عمليةِ رفعِ الحرارة نفسِها، ولكن دون أن يكون هناك فعل تسخين بالمعنى المتداول لهذه الكلمة.

تستجيب جزيئات الماء إذن بحركات مختلفة، لا تهمنا هنا تفاصيلها، لعملية ضخ الطاقة فيها، وهي إما طاقة مُشعَّة بطول موجي يبلغ 760 مانومتر، أو طاقة مختلفة إلى حد كبير ناتجة عن المويجات المجهرية. وليس في الأمر ما يثير الاستغرابَ، فقد أصبح من المعلوم أن إخضاع المادة للإشعاع ينتج

عنه تحركُ الذرات، أي: تغييرٌ في أماكنها. وفي المقابل، ففكرة اتصاف زرقة الماء بخاصية محلية وأخرى شمولية فكرة جديدة لم نعتد سماعها. وقد رأينا أن امتصاص الضوء ناتج عن رنين كل جرس من «الأجراس» على حدة. ويُفسَّر حدوث الامتصاص في الجزء الأحمر من قوس قزح، أي من الطيف المرئي، بطريقة اجتماع جزيئات الماء في مجموعات قطيعية، بفعل قوة التجاذب الموجودة بينها. وكل تفسير يركز فقط على جزيئة ماء منفردة يظل قاصراً. يجب تخيل مجموعة كبيرة من جزيئات الماء لتفسير زرقة الماء.

يوحي لنا هذا الأمر ببعض التصرفات الحيوانية أو البشرية، من قبيل السلوك القطيعي لدى أكباش بانورج Panurge شخصيةِ الكاتب فرانسوا رابلي François Rabelais في «بانتاغرويل» Pantagruel، أو جماهير المتفرجين في ملعب لكرة القدم، أو

الإشاعات المختلفة، أو ظاهرة الهلع الجماعي، وهي كلها تسبب «خوفاً أزرقَ».

الماء جسم عجيب

يبدو لنا هذا العنصر السائل مبتذلاً، لأننا ألفناه واعتدنا رؤيته. ووجهُ المفارقة أن هذه الألفة نفسها تجعلنا لا نتفطَّن إلى مقدار عظمة هذا المركَّب الكيميائي الذي تتكون كل جزيئة من جزيئاته من ذرة أكسجينٍ محفوفةٍ بذرتيْ هيدروجين. والحال أن الماء الذي لا حياة دونه يمتاز بخصائصَ عجيبة.

إنه جسم متفرد فذٌّ يستقي لونَه كما بينا ذلك من ذبذبة الذرات في الجزيئة. وكل المركبات الملوَّنة تستقي لونها من خاصية أخرى مختلفة تتميز بها الجزيئاتُ التي تكونها، جزيئاتٌ تمتص الضوء بواسطة إلكتروناتها. وهو أمر مختلف تماماً عما رأيناه بخصوص الماء.

ويمتاز الماء بخصائص عديدة تجعل منه مركباً عجيباً، نسيجاً وحده. وسأكتفي بذكر بعضها. إنه

وسيلة مُثلَى لنقل السعرات الحرارية، بعبارة أخرى، إنه موصلٌ ممتاز للحرارة. إن خطاً رقيقاً من الماء مثلاً يسيل فوق شيء ساخن كاف لإزالة حرارته، وهذه الظاهرة استفادت منها الكثيرُ من الصناعاتِ ومنها على سبيل التمثيل لا الحصر صناعة أجهزة التدفئة المنزلية. أضف إلى ذلك خصائص لزوجة الماء، والحجم المتزايد للثلج مقارنةً بالسائل، ودرجتا الذوبان 0 درجة سيلسيوس والغليان 100 درجة سيلسيوس، وهما درجتان مرتفعتان جداً مقارنةً بدرجة الأجسام المركَّبة الأخرى المشابهة للماء بكتلتها، مثل الغاز الطبيعي، والقدرة على تذويب الأملاح وتفتيتها إلى جزيئاتها المكوِّنة.

بهذه الملاحظات يصبح المبتذَل المألوف مصدرَ دهشةٍ وإعجاب؛ ذلك أن العلم لا يفتأُ يبعث فينا شعور الانبهار أمام العالم في حقيقته.

مغزى هذه الحكاية

ماذا نستفيد من هذه الدراسة؟

استعرضنا مجموعة من الفرضيات قبل أن نجيب على السؤال المتضمَّن في عنوان الكتاب. كان بإمكاننا، بل كان لزاماً علينا، أن نتوقف عند فرضياتٍ أخرى، بغَض النظر عن تهافتها، فغالباً ما تستخف عجائب الطبيعة بالحس السليم ولا توليه اعتباراً. ولا ينفك العلم وهو ينكبُّ بالدرس على كل واحدة منها يتخيل الروائز وينجز التجارب لتأكيد صوابها أو تفنيدها.

من المشروع مثلاً افتراض أن البحر أزرق لأن الأرض تسبح في حقل مغناطيسي نحن مَدينون له بالبوصلة والفجر القطبي. ومع ذلك، يكفي أن نضع كأس ماء في مغناطيس قوي ليتبين لنا أن امتصاص الماء لا يتغير عندما نغير هذا الحقل المغناطيسي أو

نعيده إلى الصفر. يكفينا ذلك لدحْض هذه الفرضية التي لا شيء بدءاً كان يدل على أنها غير سليمة.

هذه هي منهجية العلم القائمة على صياغة الفرضيات وإخضاعها للتجربة إثباتاً أو نفياً. وهو لا يدَّعي امتلاك أي حقيقةٍ، ناهيك عن الحقيقة المطلقة؛ ولكنه يبذل الجهد الجهيد سعياً لاقتناصها، معتمداً الشك المنهجي في كل التفسيرات الواردة على الذهن، وصولاً إلى تفسير ما، يظل مع ذلك تفسيراً مؤقتاً لا يتوانى عن إعادة النظر فيه إن اقتضى الحال. وفي هذا الشك نفسه يكمن سموُّ البشرية ونبلها.

لائحة المراجع

Colette, *Le Fanal bleu*, Le Livre de poche, 1988 :

للأسلوب النثري المتفرد وزخْم المشاعر التي تثيرها في النفس هذه الكاتبة، في رحلة تواطؤ مع مصباحها وهو ينير رحلة أرقِها المبدع.

Jacques-Yves Cousteau et Frédéric Dumas, *Journal de voyage du commandant Cousteau*. 1, Le Monde du silence, Presses Pocket, 1993:

دفتر يوميات الرحلة البحرية بقلم الكاتب، مع لويس مال Louis Malle، من وقائع تصوير الفيلم الرائع الذي قرَّب فن الغوص في أعماق البحار من الجمهور العريض.

David Hockney, *Ma façon de voir*, Thames et Hudson, 1995.

Pierre Laszlo, « En voir de toutes les couleurs», Graines de sciences, Le Pommier, 1999, pp. 115-138 :

قصد تعميق المعرفة بالألوان.

Pierre Laszlo, *Terre & eau, air & feu*, Le Pommier, 2000 :

قصد تعميق المعرفة بالماء.

Catherine Millet, *Yves Klein*, Art Press-Flammarion, 1983 :

فنان آخر فذّ أطلق اسمه وهو أزرق كْلين على لوحات استخدم فيها هذا اللون دون سواه ضمن مجموعة اللوحات «أحادية اللون».

Françoise Monnoyeur, éd., *Qu'est-ce que la matière ? Regards scientifiques et philosophiques*, Le Livre de poche, 2000 :

مفكرون معاصرون يتناولون موضوع المادة.

Michel Pastoureau, Bleu, *histoire d'une couleur*, Le Seuil, 2000 :

يخبرنا هذا الكتاب أن أزرق الملك تسمية تعود إلى سان لويس Saint Louis.

Michel Serres et Nayla Farouki, éds., *Le Trésor. Dictionnaire des sciences*, Flammarion, Paris, 1997 :

مدخل أساس لفهم كل ما له صلة بالعلم الحالي.

هذا الكتاب

يسود الاعتقاد أن زرقة البحر مردُّها إلى انعكاس السماء فوق صفحة الماء. لكن البحر يظل أزرقَ رغم عدم وجود سماءٍ تعلوه، وهي التجربة التي يعيشها مستكشفو أعماق البحار، وعموماً فكل سبَّاحٍ أو غوّاصٍ يلفي نفسه في وسط أزرق رغم أن وضعية الغطس لا تمكنه من رؤية السماء أو صورته. على هذه الشاكلة، يعمد الكاتب إلى التوقف عند التفسيرات المختلفة التي تعطَى لزرقة البحر، انطلاقاً من أسئلة تبدو ظاهرياً بسيطة. فهل صحيح أن البحر أزرق؟ ألا يتعلق الأمر فقط بوهم بصري ناتج عن انعكاس السماء مثلاً؟ وإذا كان البحر أزرق حقاً فهل ذاك اللون جزء من تكوينه؟ هل مردُّ ذلك إلى جزيْئات منتشرة في الماء تمنح البحر لونه الأزرق؟ وهل يفرز الماء لوناً أزرق؟ وماذا لو كان ماء البحر يبدو لنا أزرق لأنه يحتوي على حبيبات لها هذا

اللون؟

لكن لو كانت توجد في البحار حبات زرقاء صغيرة، لكنا أفلحنا في عزلها للحصول على مسحوقٍ أزرقَ لازوردي أو فاتح، بفضل مناهج استخراج الملح التي أمدَّتنا بخبرة كبرى في هذا المجال. ألا تكون زرقته ناتجة عن وجود ملوّن يمنحه لونه ذاك؟ لم يسبق أبداً أن كشفت أي تجربةٍ عن وجود ملوِّن ما في ماء البحر، وإلا كنا أفلحنا في عزل الملون وتحييد أثره، حيث إنه يستحيل غسل الماء من لونه الأزرق، مما يدل على أنه ليس ناتجاً عن وجود ملوّن. ولكن، ونحن نرى البحر أمامنا لا نملك سوى أن نلاحظ من جديد أنه مع ذلك أزرق!

ولا ينسى الكاتب طرح قضية اللغة وقدرتها على التعبير عن الظواهر الطبيعية، ليخلص إلى أن العالم رغم تسليمه بعجز أي مدونة مصطلحية عن الإحاطة بدقائق الظواهر، فإنه ماض قدُماً في

التوسل باللغة قصد تبسيط المعرفة العلمية، وتقديمها في شكل تفاحات صغيرة تقطر علماً. وهو في كل ذلك يعرِّج على مختلف الفرضيات ويتفحصها بدقة، لإيمانه بأن منهجية العلم تقوم على صياغة الفرضيات وإخضاعها للتجربة إثباتاً أو نفياً. وهو لا يدَّعي امتلاك أي حقيقة، ناهيك عن الحقيقة بلام التعريف؛ ولكنه يبذل الجهد الجهيد سعياً لاقتناصها، معتمداً الشك المنهجي في كل التفسيرات الواردة على الذهن، وصولاً إلى تفسير ما، يظل مع ذلك تفسيراً مؤقتاً لا يتوانى عن إعادة النظر فيه إن اقتضى الحال.

نبذة عن المؤلف:

بيير لاسلو أستاذ سابق بجامعة لييج ببلجيكا. نال الدكتوراه في حقل العلوم من جامعة السوربون. عمل أيضاً أستاذاً زائراً بجامعة برنستون بالولايات المتحدة. أصدر العديد من الكتب المتخصصة في مجال الكيمياء العضوية، ومجموعة مؤلفات في تبسيط العلوم، منها: هل يمكن أن نشرب ماء الصنبور؟ حصل على عدة جوائز ومن أهمها جائزة أكاديمية العلوم، تكريماً للعلماء الفرنسيين الذين قتلوا على أيدي الألمانيين ما بين سنوات 1940-1944، وجائزة موريس بيروز سنة 1999 عن مجمل أعماله في مجال تبسيط العلوم.

نبذة عن المترجم:

د. رشيد برهون ناقد أدبي ومترجم وكاتب. عضو اتحاد كتاب المغرب. حصل على التبريز في الترجمة والدكتوراه في الآداب. يشتغل حالياً أستاذاً لمادة الترجمة وتحليل الخطاب بمدرسة الملك فهد العليا للترجمة بطنجة. نشر مقالات في النقد الأدبي ونظريات الترجمة في العديد من المجلات العربية. ومن مؤلفاته: درجة الوعي في الترجمة (2004)؛ في ضيافة القصيدة (2007)، إضافة إلى سلسلة قصص للأطفال مزدوجة اللغة. كما صدر له العديد من الترجمات.

ketab.me

ما السرُّ في زرقة البحر؟

يسود الاعتقاد أن زرقة البحر مردُّها إلى انعكاس السماء فوق صفحة الماء. لكن البحر يظل أزرقَ رغم عدم وجود سماءٍ تعلوه. وهي التجربة التي يعيشها مستكشفو أعماق البحار. وعموماً فكل سبّاحٍ أو غوّاصٍ يلفي نفسه في وسط أزرق رغم أن وضعية الغطس لا تمكّنه من رؤية السماء أو صورته. على هذه الشاكلة، يعمد الكاتب إلى التوقف عند التفسيرات المختلفة التي تعطَى لزرقة البحر، انطلاقاً من أسئلة تبدو ظاهرياً بسيطة. فهل صحيح أن البحر أزرق؟ ألا يتعلق الأمر فقط بوهم بصري ناجٍ عن انعكاس السماء مثلاً؟ وإذا كان البحر أزرق حقاً فهل ذاك اللون جزء من تكوينه؟ هل مردُّ ذلك إلى جزيئات منتشرة في الماء تمنح البحر لونه الأزرق؟ وهل يفرز الماء لوناً أزرق؟ وماذا لو كان ماء البحر يبدو لنا أزرق لأنه يحتوي على حبيبات لها هذا اللون؟

كلها أسئلة يحاول الكتاب الإجابة عليها وإيجاد تصغيرات مقنعة وإن كانت مؤقتة يمكن إعادة النظر فيها إن اقتضى الحال.

المعارف العامة
الفلسفة وعلم النفس
الديانات
العلوم الاجتماعية
اللغات
العلوم الطبيعية والدقيقة / التطبيقية
الفنون والألعاب الرياضية
الأدب
التاريخ والجغرافيا وكتب السيرة

كلمة
KALIMA

هيئة أبوظبي للسياحة والثقافة
ABU DHABI TOURISM & CULTURE AUTHORITY

